



**«Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання»**

**Робоча програма освітнього компонента (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

**Другий (магістерський)**

|                                                                   |                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Галузь знань</b>                                               | 13 Механічна інженерія                                                                                                          |
| <b>Спеціальність</b>                                              | 131 Прикладна механіка                                                                                                          |
| <b>Освітня програма</b>                                           | ОНП Прикладна механіка                                                                                                          |
| <b>Статус освітнього компонента</b>                               | Вибіркова                                                                                                                       |
| <b>Форма навчання</b>                                             | очна(денна)                                                                                                                     |
| <b>Рік підготовки, семестр</b>                                    | 2 курс, осінній семестр                                                                                                         |
| <b>Обсяг освітнього компонента</b>                                | 5(150)                                                                                                                          |
| <b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>                    | Екзамен                                                                                                                         |
| <b>Розклад занять</b>                                             | 4 години на тиждень (2 години лекційних, 2 години практичних занять)                                                            |
| <b>Мова викладання</b>                                            | Українська                                                                                                                      |
| <b>Інформація про керівника освітнього компонента/ викладачів</b> | Лектор, практичні заняття, лабораторні: доцент, к.т.н. ШИЛОВИЧ Ігор Леонідович                                                  |
| <b>Розміщення курсу</b>                                           | Платформа Сікорський: <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3251">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3251</a> |

**Програма освітнього компонента**

**1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання**

Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання - це важлива галузь, яка досліджує процеси та регламенти, що стосуються промислового обладнання. Це може включати в себе моделювання різних процесів, таких як технологічні, транспортні, енергетичні та інші, а також розробку регламентів, які допомагають забезпечити безпеку та ефективність роботи промислового обладнання.

Сучасне прогресивне суспільство для успішного існування та динамічного розвитку повинно виготовляти відповідні засоби виробництва та предмети споживання. Найпрогресивнішим та найраціональнішим в цьому плані є промислове виробництво, яке найповніше забезпечує потреби суспільства якісними продуктами, виробами, машинами, товарами, устаткуванням та обладнанням.

Сучасні промислові технології поширилися на усі види діяльності людського суспільства, включаючи позитивні та негативні наслідки для людини, суспільства, довкілля, економіки та ін. Тому, одночасно з вирішенням завдань щодо покращення якості та підвищення продуктивності виробничих процесів, необхідно вирішувати питання щодо захисту довкілля, підвищення енергоощадності виробництва, забезпечення високого рівня безпеки технологічних процесів для працівників та населення.

**Предмет освітнього компонента «Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання»** – методи моделювання та розробки регламентів виробництв.

Вирішення даної задачі визначається рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі Інжиніринг пакувань та пакувального обладнання.

Для успішного вирішення завдань моделювання процесів та регламентів промислового обладнання фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати задачі визначення типу процесу, конструкцій різного типу обладнання, яке застосовується в технологічних процесах.

**Мета освітнього компонента «Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання»** - формування у магістрів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого володіння щодо основних теоретичних положень з розробки енергозберігаючих регламентів промислового обладнання галузі; базові принципи дослідження енергоефективності технологічного обладнання методами математичного моделювання, а також формування у студентів комплексу знань про технологічні процеси, регламенти роботи різнопрофільного обладнання та методи моделювання надійної та довговічної експлуатації обладнання. Відповідно до мети підготовка магістрів за даною спеціальністю вимагає посилення формування у студентів наступних компетентностей:

**Інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми прикладної механіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень процесів, обладнання та/або здійснення інновацій в даній галузі та характеризується невизначеністю умов і вимог.

- Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми (ЗК 01).

Згідно з вимогами програми **освітнього компонента «Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання»**, студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

Проводити експериментальні і комп'ютерні дослідження із застосуванням методів планування експерименту і математичного моделювання (ПРН 15);

- Визначати фізичну суть промислового процесу та обирати програмний продукт для моделювання.
- Визначати тип промислового обладнання та режими і регламенти його роботи;
- Обирати енергозаощадливі регламенти роботи обладнання.

## **2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення **освітнього компонента «Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання»** базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом попереднього семестру магістратури при вивченні освітніх компонентів «Пакувальне обладнання», «Інжиніринг пакувального обладнання». **«Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання» є освітнім компонентом професійної підготовки, що має забезпечити розв'язання комплексних проблеми в області інжинірингу, раціонального використання матеріальних та енергетичних ресурсів.**

## **3. Зміст освітнього компонента**

Вступ. Мета і завдання **освітнього компонента**. Структура та обладнання промислового підприємства. Головні джерела енергопостачання та використання енергоносіїв підприємством. Категорії енергоспоживаючого обладнання підприємства. Складові енергетичних балансів підприємства та окремого промислового обладнання. Промислові процеси з огляду на використання видів енергоносіїв: паливо, електроенергія, стиснене повітря.

Особливості використання природного палива в технологічних процесах, розрахунки спалювання природного газу в промисловому обладнанні (печі, сушила). Математичні основи опису технологічних процесів при виробництві пакувальних матеріалів. Теплові процеси при виробництві полімерних та картонних пакувальних матеріалів. Розрахунки теплових режимів виробництва полімерних матеріалів для упаковки при екструзії і каландруванні. Особливості параметрів технологічного процесу утворення полімерного листа (плівки) при використанні біополімерних речовин, що розкладаються природним шляхом. Розробка регламенту виробництва біополімерного листа при каландруванні, теплові та механічні особливості процесу.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова література**

1. Джерела енергії і енергозбереження-2. Моделювання енергозберігаючих регламентів промислового обладнання: Текст лекцій для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» / Уклад.: А. Я. Карвацький – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 245 с.
2. Коваленко І.В., Малиновський В.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв. – К. Інрес: Воля, 2006.-264 с.
3. Мікульонок І.О. Моделювання обладнання технологічних ліній для перероблення пластмас і гумових сумішей на базі валкових машин [Електронний ресурс] : монографія. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 244 с
4. Peter Watermeyer. Handbook for Process Plant Project Engineers. - Professional Engineering Publishing Limited, London, UK, 2002. – 322p.
5. I.D.G. Chaves, J.G.R. Lopez. Process Analysis and Simulation in Chemical Engineering. – Springer, 2016. - 250 p.
6. Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів у виробництві кераміки та скла. Паливо і його характеристики. Розрахунки горіння палива. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. В. Жданюк, М.М. Племянніков. – Електронні текстові дані (1 файл: 922 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 62 с.
7. Deshmukh, Yeshvant V. Industrial heating : principles, techniques, materials, applications, and design. - CRC Press Taylor & Francis Group, 2005. – 760 p.
8. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів : навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко . – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 200 с.
9. Конспект лекцій з дисципліни "Математичне моделювання та застосування ЕОМ в хімічній технології" для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» Укл.: Іванченко А.В.: ДДТУ, 2016. – 48 с

##### **Додаткова література**

10. Trinks W. Industrial Furnaces. New York, London, 1961. – 390 p.
11. M.B. Mousa. Introduction to Microsoft Excel with applications in chemical engineering. – Cairo University, 2009. – 82 p.
12. Zaidoon M. MathLab for Chemical Engineers. - <https://www.scribd.com/document/130148909/> - 2013.
13. Дослідження реологічних властивостей розплавів полімерів. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи студентів спеціальності: 133 Галузеве машинобудування, спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв, освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст з дисципліни “Обладнання для синтезу і переробки полімерних матеріалів”: [Електронний ресурс] / „КПІ ім. Ігоря Сікорського”; уклад. М. П. Швед, А. Р. Степанюк. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2017. 23с

14. ANSYS Workbench Documentation 17.0. <https://www.ansys.com/products#t=ProductsTab&sort>  
 15. Calculation Project of Concord Consortium "Energy 3D" (<https://energy.concord.org/energy3d/>)

#### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

16. Національна бібліотека ім. Вернадського Режим доступу <http://www.nbuv.gov.ua>  
 17. Електронний архів КПІ <https://ela.kpi.ua/>  
 18. Сайт кафедри ХПСМ, <http://cpsm.kpi.ua/mr.html>  
 19. Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського, <http://login.kpi.ua/>  
 20. Платформа дистанційного навчання «Сікорський» <https://sikorsky-distance.kpi.ua/>  
 21. Передбачається можливість проведення занять On-Line за допомогою платформ Zoom  
 22. E-library Scribd (<https://www.scribd.com>).  
 23. Search Engine Google Patents (<https://patents.google.com>)  
 24. Engineering Tool "Energy 3D" (<https://energy.concord.org/energy3d/>)

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування освітнього компонента**

##### **Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з **освітнього компонента** «Моделювання процесів та регламентів промислового обладнання», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів інженерного мислення та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні промислових процесів та обладнання;
- відображення загальноприйнятих етапів промислового процесу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, схем, анімації промислових процесів;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

| <b>№ з/п</b> | <b>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>Годин</b> |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1            | <b>Вступ. Мета і завдання освітнього компонента. Технічні та енергетичні характеристики промислового виробництва.</b><br>Література: [1, 2]с.4-6<br>Завдання на СРС. Аналіз технологічної схеми хімічного підприємства (за матеріалами мережі Інтернет, [3,4].) Оформити результати досліджень у вигляді технологічної схеми. | 2            |
| 2            | <b>Промислове обладнання хімічного підприємства. Структура і склад склотарного підприємства. Особливості технологічного процесу, регламенти підготовки сировини і виготовлення скляної тари.</b><br>Література: [2]с.7-13                                                                                                     | 2            |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   | <i>Завдання на СРС. Аналіз матеріального та енергетичного балансу виробництва скла (за матеріалами мережі Інтернет, [10].).</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
| 3 | <p><b>Технічні принципи отримання теплоти в промисловому обладнанні (спалювання палива, електричне нагрівання).</b></p> <p><i>Хімічні основи спалювання; технічна реалізація спалювання палива в скловарній печі виробництва тари. Енергобаланс печі. Головні теплові процеси, що супроводжують виробництво скломаси. Література:[1,11]</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Види промислових пальників [10].</i></p>                                                                                                                                                                                           | 2 |
| 4 | <p><b>Математичні основи розрахунків теплового стану промислового обладнання.</b></p> <p><i>Диференційні рівняння теплообміну (стаціонарний і нестаціонарний теплообмін). Рівняння енергії. Граничні умови.</i></p> <p><b>Література:[1] с.7 - 19</b></p> <p><i>Завдання на СРС. Відновлення інформації з попередніх курсів дисциплін «ПАХТ» і Теплопередача</i></p>                                                                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 5 | <p><b>Математичні основи розрахунків теплового стану промислового обладнання.</b></p> <p><i>Диференційні рівняння теплообміну (конвекція. радіаційний теплообмін).</i></p> <p><b>Література:[1], с.21-28.</b></p> <p><i>Завдання на СРС. Скласти перелік товарів, що виготовляються або можуть бути виготовлені із вторинної сировини.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 |
| 6 | <p><b>Моделювання регламенту роботи теплозахисту обладнання (стаціонарний робочий режим, пусковий режим роботи) за допомогою пакету ANSYS.</b></p> <p><i>Визначення основних регламентів роботи обладнання (теплове навантаження, температурні режими, правила безпечної експлуатації, питання енергозбереження).</i></p> <p><b>Література: [1,15].</b></p> <p><i>Завдання на СРС. Знайомство з можливостями демонстрації теплових процесів у середовищі “Energy 3D” [16].</i></p>                                                                                                                        | 2 |
| 7 | <p><b>Моделювання регламенту роботи промислового обладнання (робочий режим, вихід на робочий режим роботи) за допомогою пакету ANSYS.</b></p> <p><i>Призначення обладнання і його місце в технологічній схемі. Параметри робочого режиму (витрати сировини, продуктивність, енергоспоживання, температурні вимоги). Моделювання теплових процесів виходу на режим обладнання, порівняльні характеристики термомеханічних навантажень при нестаціонарному режимі.</i></p> <p><b>Література: [1,15].</b></p> <p><i>Завдання на СРС. Пошук аналогічних режимів роботи у середовищі “Energy 3D” [16].</i></p> | 2 |
| 8 | <p><b>Загальні відомості про сучасні полімерні пакувальні матеріали та способи їх переробки.</b></p> <p><i>Полімерні матеріали на основі вуглеводнів і біополімерні матеріали. Відмінності технологій переробки. Склад та призначення обладнання для</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    | <p>переробки.</p> <p><b>Література:</b> [2,3,8].</p> <p>Завдання на СРС. Особливості застосування біополімерів і режими їх переробки [мережа Internet].</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |
| 9  | <p><b>Загальні відомості про сучасні полімерні пакувальні матеріали та способи їх переробки.</b></p> <p>Механічні та теплові засади виготовлення полімерної плівки або листових матеріалів методом екструзії та каландрування.</p> <p><b>Література:</b> [2,3,8].</p> <p>Завдання на СРС. Ознайомитися самостійно з принципами роботи та експлуатації екструдера та 3-х валкового каландру.</p>                                                                                                               | 2 |
| 10 | <p><b>Інформаційна підтримка пошуку технічних даних щодо роботи, модернізації обладнання хімічної промисловості.</b></p> <p>Порядок користування доступними джерелами інформації в мережі Інтернет. Головні джерела інформації сучасного інженера-проектувальника: Search Engine "Google Patents", e-library "Scribd". Приклади пошуку модернізації обладнання хімічних виробництв.</p> <p><b>Література:</b> [23,24]</p> <p>Завдання на СРС. Виконати пошук патентів щодо теми магістерської дисертації.</p> | 2 |
| 11 | <p><b>Склад та виробнича схема картонного комбінату. Регламент роботи машини виробництва картонного полотна. Головні складові технологічного процесу. Загальні відомості про каландрування і сушки полотна.</b></p> <p><b>Література:</b> [2,3,9]</p>                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 |
| 12 | <p><b>Особливості регламентів роботи каландрів і сушки картонного або паперового полотна. Процеси тепло-масообміну, властивості вологого повітря. Регламент нагрівання та сушіння полотна.</b></p> <p><b>Література:</b> [2], с.40-41</p> <p>Завдання на СРС. Знайти приклади застосування гофротари. Її переваги та недоліки.</p>                                                                                                                                                                            | 2 |
| 13 | <p><b>Технологічна схема та обладнання картонно-пакувальної фабрики.</b></p> <p>Процеси підготовки та переробки сировини. Виготовлення гофрокартону. Виготовлення тари. Види обладнання та регламенти його роботи. Матеріальний та енергетичний баланс підприємства.</p> <p><b>Література:</b> [2], с.40-41</p> <p>Завдання на СРС. Знайти приклади застосування гофротари. Її переваги та недоліки.</p>                                                                                                      | 2 |
| 14 | <p><b>Виготовлення пакувальних матеріалів методом пресування з вторинної сировини.</b></p> <p>Науково-технічні засади утворення суцільного листа з композитів. Принцип пресування, обладнання для пресування і регламенти процесу пресування. Моделювання механічного стану сировини, що проходить пресову обробку</p> <p><b>Література:</b> [2].</p> <p>Завдання на СРС. Визначити сировинну базу виготовлення пакувального</p>                                                                              | 2 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | листа [9-10].                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| 15 | <p><b>Науково-технічні засади виготовлення волокон для тканиї тари.</b> Принципи отримання тонких волокон, обладнання та регламенти його роботи та експлуатації. Моделювання теплового регламенту роботи головки екструдера.</p> <p><b>Література:</b> [8], с.30-34.</p> <p>Завдання на СРС. Детальний аналіз креслень головки екструдера [8]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2         |
| 16 | <p><b>Загальні відомості про систему вироблення та використання стисненого повітря на підприємствах з лініями пакування</b></p> <p>Технічні засади виробництва стисненого повітря. Обладнання та вимоги при його експлуатації, транспортування стисненого повітря. Використання у кінцевого споживача на лініях пакування</p> <p><b>Література:</b>[4], с.214-246.</p> <p>Завдання на СРС. Знайомство з діаграмою Мольє[4].</p>                                                                                                                                                                                                             | 2         |
| 17 | <p><b>Загальні принципи ресурсо-енергозбереження на підприємстві. Приклади складання енергетичних та матеріальних балансів підприємств.</b></p> <p>Вимоги до організації енергетичного та обстеження підприємства (вітчизняні та європейські регламенти проведення енергоаудиту); організаційні та технічні засоби виконання енергоаудиту. Приклади матеріального та енергетичного балансу підприємства.</p> <p><b>Література:</b> [16,20].</p> <p>Завдання на СРС. Пошук в мережі Інтернет інформації щодо вимог заощадливої організації пакувальних процесів і експлуатації обладнання на сайтах міжнародних організацій UNIDO I UNEP</p> | 2         |
| 18 | <p><b>Окремі питання раціонального використання ресурсів і енергоносіїв на підприємствах.</b></p> <p>Науково-технічні засади розрахунково-експериментального обстеження технологічних ліній, обладнання. Теоретичні основи інтеграційної оцінки технологічних ліній із застосуванням принципів «Black Box».</p> <p>Завдання на СРС. Реферат на тему «Застосування пінч-метода»</p>                                                                                                                                                                                                                                                          | 2         |
|    | <b>Всього</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>36</b> |

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки магістрів з даного освітнього компонента практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації магістра в галузі механічної інженерії та галузевого машинобудування, а саме розрахунку теплових процесів в галузевому обладнанні. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають конструктивне мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як фахових працівників в області галузевого машинобудування.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів розрахунку теплових, механічних, термомеханічних характеристик виробничого обладнання;
- надати студентам знання про структуру підприємства, енергетичне забезпечення; про головні складові технологічних ліній підприємств, зокрема, виробництва тари і упаковки;
- навчити аналізувати регламенти виробництва, вміню ставити та розв'язувати технічні задачі по вдосконаленню, модернізації обладнання; аналізувати та вносити пропозиції по вдосконаленню регламентів роботи обладнання у частині енергоспоживання, надійності і міцності;
- навчити їх працювати з довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методи, способи і прийоми самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

| № з/п | Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                      | Годин |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Розрахунки теплового стану промислового обладнання<br>Література: [2,4] с.6-10; с.40 - 54.<br>Завдання на СРС. Моделювання теплопередачі через багатошарову стінку (стаціонарний теплообмін)                                                                                   | 4     |
| 2     | Розрахунки теплового стану промислового обладнання<br>Література: [2,4] с.6-10; с.40 - 54.<br>Завдання на СРС. Моделювання теплопередачі через багатошарову стінку (несаціонарний теплообмін)                                                                                  | 4     |
| 3     | Розрахунки процесів горіння газоподібного палива в скловарній печі склотарного виробництва<br>Література: [10] с. 65-78.<br>Завдання на СРС. Виконати розрахунок горіння природного газу                                                                                       | 6     |
| 4     | Моделювання механічного та температурного регламенту роботи каландру при виробництві листового пакувального полотна<br>Література: [3] с. 57 - 65.<br>Завдання на СРС. Розробка твердотільної моделі валка каландра                                                            | 6     |
| 5     | Вибір температурного регламенту каландруванні полімерів.<br>Література: [3] с.110-124.<br>Завдання на СРС. Опрацювати перелік екструзійного обладнання                                                                                                                         | 6     |
| 6     | Розробка технічного завдання на виконання комплексного обстеження підприємства з метою відповідності існуючого регламенту до технологічної схеми виробництва.<br>Література: [3] с. 37-44.<br>Завдання на СРС. Знайомство з прикладами технічних завдань реальних підприємств. | 8     |
| 7     | МКР                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2     |
|       | Всього                                                                                                                                                                                                                                                                         | 36    |

#### Лабораторні заняття

Лабораторні заняття не передбачені

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 52 % часу вивчення освітнього компонента, включаючи і підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчитися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологій розрахунку теплообмінного обладнання, виходячи із його технологічного призначення та параметрів роботи. Він повинен володіти основними прийомами та методами розрахунку.

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання                                                                                                                                                                                                                      | Кількість годин СРС |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1     | Ознайомитись з головними процесами виготовлення пакувальних матеріалів (мережа Інтернет: сайти наукових та технічних форумів та сайти промислових виробників) [3] та ін. Показники ефективного виробництва (питомі витрати матеріалів та енергії).                       | 4                   |
| 2     | На прикладах структури виробників пакувальних засобів та тари скласти перелік машин та апаратів, що встановлюються на промислових підприємствах. Оформити результати досліджень у вигляді списку і схем.                                                                 | 4                   |
| 3     | Для окремих видів виробництва пакувальних матеріалів (полімерні плівки, листи, волокна, картон, ламінований картон) структурувати перелік фізичних процесів, що є основою виробництва (механічні, теплові, електричні). Скласти перелік для одного з обраних виробництв. | 4                   |
| 4     | Виконати пошук прикладів «Bench marketing» для окремих виробництв пакувальних матеріалів (поліетиленова плівка, картон)                                                                                                                                                  | 4                   |
| 6     | На сайті корпорації ANSYS знайти приклади моделювання фізичних процесів, обраних за попереднім пошуком. Використати рекомендації щодо моделювання для створення моделей регламентів роботи промислового обладнання.                                                      | 4                   |
| 7     | Порівняти ефективності використання теплоти і електроенергії в окремих виробничих процесах (термостабілізація робочих поверхонь валкового обладнання, оцінка витрат електроенергії при роботі транспортеру)                                                              | 4                   |
| 8     | Аналіз технологічних схем виробництва полімерних пакувальних матеріалів.                                                                                                                                                                                                 | 4                   |
| 10    | Вивчити сучасний стан виробництва полімерних матеріалів на базі вуглеводнів та біополімерів. Знайти техніко-економічні показники, оцінку foot print впливу на економіку та екологію                                                                                      | 4                   |
| 11    | Підготувати до друку статтю або доповідь на конференцію за тематиками курсу                                                                                                                                                                                              | 4                   |
| 12    | Підготовка до МКР                                                                                                                                                                                                                                                        | 4                   |
| 13    | Екзамен                                                                                                                                                                                                                                                                  | 30                  |
|       | Всього годин                                                                                                                                                                                                                                                             | 78                  |

## Політика та контроль

### 7. Політика освітнього компонента

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Передбачено надання додаткових балів за публікації тез (по 5 балів за тези на всіх співавторів) та наукових статей за профілем кредитного модуля (по 10 балів за статтю на всіх співавторів), але не більше 20 балів на 1 студента.

#### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з **освітнього компонента** або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

#### Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача екзамену за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

#### Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з **освітнього компонента** згідно з робочим навчальним планом:

| Семестр | Навчальний час |            | Розподіл навчальних годин |           |           |     | Контрольні заходи |    |                      |
|---------|----------------|------------|---------------------------|-----------|-----------|-----|-------------------|----|----------------------|
|         | Кредити        | акад. год. | Лекції                    | Практичні | Лаб. роб. | СРС | МКР               | РР | Семестровий контроль |
| 2       | 5              | 150        | 36                        | 36        | -         | 78  | 1                 | —  | екзамен              |

**Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:**

Рейтинг студента з **освітнього компонента** складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях, за виконання модульної контрольної роботи та за екзамен.

Семестровим контролем є екзамен.

#### Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал виконання 7 задач на практичних заняттях складає по 5 балів.

Критерії оцінювання виконання практичного завдання

| <b>Повнота та ознаки виконання завдання</b>      | <b>Бали</b> |
|--------------------------------------------------|-------------|
| Завдання виконане в повній мірі                  | 5           |
| Незначні недоліки за пунктом 1                   | 4           |
| Несвоєчасне виконання завдання                   | 3           |
| Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1 | 2           |
| Неякісне виконання завдання                      | 1           |
| Невиконання завдання                             | 0           |

Виконання модульної контрольної.

Ваговий бал виконання МКР складає 15 балів.

Критерії оцінювання виконання КР

| <b>Повнота та ознаки виконання завдання</b> | <b>Бали</b> |
|---------------------------------------------|-------------|
| МКР виконана в повному обсязі               | 15          |
| Незначні недоліки за пунктом 1              | 14-12       |
| Значні недоліки за пунктом 1                | 9           |
| Неповне виконання завдання                  | 8-5         |
| Неякісне виконання завдання                 | 4-1         |
| Невиконання завдання                        | 0           |

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальна позитивна оцінка за практичні роботи 17 балів/ зарахування усіх практичних задач/ позитивна оцінка з МКР (більше 8 балів) семестровий рейтинг не менше 25 балів.

Семестровий контроль: екзаменаційна робота.

Ваговий бал екзаменаційної роботи складає 60 балів.

Критерії оцінювання виконання екзаменаційної роботи

| <b>Повнота та ознаки виконання завдання</b> | <b>Бали</b> |
|---------------------------------------------|-------------|
| Робота виконана в повному обсязі            | 50          |
| Незначні недоліки за пунктом 1              | 49-44       |
| Значні недоліки за пунктом 1                | 43-36       |
| Неповне виконання завдання                  | 20-35       |
| Неякісне виконання завдання                 | 1-19        |
| Невиконання завдання                        | 0           |

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 5 \cdot 7 + 15 + 50 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 15 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 7 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 50 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 25 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Отримання екзамену з освітнього компоненту «автоматом» не передбачено.

Необхідною умовою допуску до екзамену є рейтинг, що складає не менше 50% від виконання практичних робіт та КР, тобто не менше 25 балів.

Для отримання екзаменаційної оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів **R** переводиться згідно з таблицею:

| <b>Кількість балів</b>    | <b>Оцінка</b> |
|---------------------------|---------------|
| 95...100                  | відмінно      |
| 85...94                   | дуже добре    |
| 75...84                   | добре         |
| 65...74                   | задовільно    |
| 60...64                   | достатньо     |
| RD < 60                   | незадовільно  |
| Не виконані умови допуску | не допущено   |

## **9. Додаткова інформація з освітнього компонента**

### **Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль та модульну контрольну роботу**

1. Основні фізичні процеси промислових виробництв пакувальної галузі.
2. Принципи математичних та фізичних розрахунків регламентів роботи обладнання .
3. Особливості роботи валкових машин.
4. Виробничі схеми виробництва паперу і картону.
5. Структура промислового підприємства.
6. Енергетична та матеріальна складові виробництва.
7. Енергозбереження промислових процесів.
8. Засоби моделювання процесів і роботи обладнання в ANSYS.
9. Моделювання за допомогою препроцесора ANSYS.
10. Створення розрахункової моделі обладнання в ANSYS.
11. Вибір параметрів роботи обладнання в ANSYS.
12. Математичні засади розрахунку теплових процесів в ANSYS
13. Поняття про складання матеріального та енергетичного балансу підприємства або окремого обладнання.
14. Особливості розрахунку та моделювання роботи екструдера.
15. Фізичні процеси, що супроводжують каландрування пакувальних матеріалів (механічні та теплові вимоги).
16. Порядок і засоби обстеження регламенту роботи підприємства або окремого обладнання.
17. Схема енергозабезпечення підприємства.
18. Перелік і особливості роботи обладнання підприємств, що виробляють пакувальні матеріали.

19. Показчики ефективності роботи обладнання та підприємства в цілому.
20. Принципи розрахункової оцінки ефективності роботи обладнання та підприємства в цілому.

**Робочу програму освітнього компонента (силабус):**

**Складено доцент, к.т.н., Шилович І.Л.**

**Ухвалено кафедрою ХПСМ (протокол № 17 від 04.06.2025 р.)**

**Погоджено Методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 27.06.2025 р.)**